



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E FÍSICA**

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM CRIAÇÃO DE
TILÁPIA EM TANQUE-REDE**

Jânio Félix do Nascimento

**AREIA, PB
NOVEMBRO DE 2018**

JÂNIO FÉLIX DO NASCIEMNTO

**AVALIAÇÃO DOS NIVEIS DE NITROGENIO E FOSFORO EM CRIAÇÃO DE
TILAPIA EM TANQUE-REDE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Química da Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias em cumprimento às exigências para obtenção do título de Bacharel em Química.

ORIENTADOR: DR. MARCELO LUÍS RODRIGUES

AREIA, PB

NOVEMBRO DE 2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N244a Nascimento, Janio Felix do.

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM CRIAÇÃO
DE TILÁPIA EM TANQUE-REDE / Janio Felix do Nascimento. -
João Pessoa, 2018.

35 f. : il.

Orientação: MARCELO LUÍS RODRIGUES RODRIGUES.
TCC (Especialização) - UFPB/CCA.

1. PISCICULTURA, QUALIDADE DE ÁGUA, IMPACTO AMBIENTAL.
I. RODRIGUES, MARCELO LUÍS RODRIGUES. II. Título.

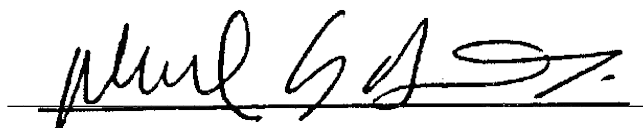
UFPB/CCA-AREIA

JÂNIO FÉLIX DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM CRIAÇÃO DE
TILÁPIA EM TANQUE-REDE.**

Aprovado em: 05 / 12 / 2018 .

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcelo Luís Rodrigues (Orientador)

DZ/CCA/UFPB



Msc. Evaldo dos Santos Félix

Engº agrônomo INSA/MCTIC



Msc. João Batista Belarmino Rodrigues

PPGCS/CCA/UFPB

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me capacitado, me dado ânimo quando não suportava mais estudar, esperança quando quis jogar tudo para o alto, sabedoria para aprender um pouco a ciência e perseverança quando quis desistir.

Aos meus pais, João Vieira do Nascimento e Betânia Félix do Nascimento terem sido minha base durante essa jornada. Agradeço pelo carinho, amor, afeto, cuidado e zelo dedicados a mim durante esses anos. Tudo o que conquistei até hoje devo a vocês. Meu muito obrigado. Amo vocês!

A minha esposa, Letícia Jose do nascimento, pela sua compreensão, apoio, carinho, amor, dedicação e paciência. Por sua cumplicidade, pela motivação e pelo companheirismo. Te amo.

Ao meu amado filho, Otávio Félix do Nascimento, você chegou na minha vida e tudo se transformou, minha motivação em concluir o curso aumentou cada dia mais. Você sem dúvida foi meu maior incentivo, não tenho palavra para descrever o meu amor por você, papai te ama!

A minha madrinha e seus filhos, Severina, Sandra, Hozanete, Cicero, Joao e Sandro, pelo grande apoio, incentivo, companheirismo e carinho.

A minha irmã e meu sobrinho, Janaína e Humberto, pelo carinho, amor, afeto e pelo apoio.

Aos meus Avós, José Neco e Maria José, pelo carinho, amor, afeto e pelo apoio.

A Luzia Rafaela (Rafa) sua amizade, por esses anos de grande convivência e apoio, nossa amizade surgiu no CCA para o resto da vida, tenho você como uma irmã.

Ao meu tio Patrício, sempre me incentivando, apoiando, tirando dúvidas de Física, colaborando de forma direta para o meu crescimento profissional.

Ao Professor e orientador, Dr. Marcelo Luís Rodrigues, por ter acreditado em mim, no meu potencial, por sempre me ensinar, pela transmissão do seu conhecimento de forma sucinta e clara. Pelas conversas, pelos puxões de orelhas, pela disponibilidade de sempre. Por sua confiança no meu trabalho, por me impulsionar a querer crescer. Meu muito obrigado! Deus

lhe abençoe professor.

A meu amigo e colega de trabalho, Emmnuel Allef, pelo seu tempo, compromisso, ajuda, dedicação. Por compartilhar seu conhecimento de Química, por ajudar no desenvolvimento das análises no laboratório. Meu muito obrigado. Desejo muito sucesso a você! Estamos juntos!

Ao Professor Dr. Péricles, pela sua contribuição no desenvolver estatístico deste trabalho, pelo seu sim e sua contribuição. Muito obrigado.

Aos meus colegas do GTA, Jamile, karoline, Renan, Kleber, Jose Kelvyn que direta ou indiretamente me ajudaram, pelas conversas, risadas, trabalhos, brincadeiras. Deus abençoe sempre vocês!

Aos meus colegas dos Cursos de Química, Ana Cláudia, Carlos Alberto, Cristiane Marques, Emmanuel Borges, Ellen Shir, Givanildo Freire, Joseilson (kika), Joabel Freire, Josinaldo Maranhão, Larissa e etc, pelo apoio, incentivo e colaboração durante essa jornada. Estamos juntos galera massa!

Aos meus colegas de alojamento e outros Cursos, não irei citar nomes pois são muitos e não quero esquecer de citar ninguém, foi muito bom conviver diariamente com vocês dividir as alegrias, desespero e tristeza durante esses anos, as nossas bebedeiras, brincadeiras, as jantas improvisadas altas horas da noite para ajudar a passar a fome para podemos estudar noite a dentro, momentos especiais passando unidos já que a distância ou condições financeiras não contribuíam para esta com a família biológica, durante essa jornada não faltou, apoio, incentivo e colaboração. Não esquecerei desses momentos de Felicidade no CCA. Estamos juntos galera massa!

Aos professores, Dayse Moreira, Emanuelle Alícia, Edilene Moreira, Sidney de Santana, Sheila Costa pelo apoio, confiança e também pela credibilidade na minha pessoa. Professores do nível de vocês seriam de uma melhoria incrível para a educação a nível nacional. Meu muito obrigado. Abraço.

De maneira especial a Professora Dr^a M^a Betânia Hermenegildo, por sempre apoiar não só a minha pessoa, mas a todos os discentes dos cursos de Química. Onde me incentivou,

apoiou, mostrando o caminho certo a seguir. Parabéns professora, a senhora sempre sendo profissional sem deixar de ser humilde. Fazendo o que está sempre ao seu alcance para ver seus alunos crescerem. Deus continue abençoando a senhora como pessoa e como profissional, tenho orgulho de tê-la como Docente. Meu muito obrigado!

Ao Luciano, proprietário da piscicultura por ter liberado minha ida ate o local para fazer as coletas de água.

Ao Genildo dos Santos Nascimento, funcionário da piscicultura instalada na Barragem Saulo Maia, pela sua disponibilidade em me levar de barco aos pontos de coleta, sempre de bom humor atendia aos meus pedidos, sem sua ajuda não teria conseguido fazer as coletas.

Aos funcionários do laboratório e setor de piscicultura do CCA, José maximiniano (Seu Zezinho), Tiago e Assis, por me ajudarem direta ou indiretamente com pelas conversas, risadas, trabalhos, brincadeiras.

Aos demais colegas docentes e discentes do CCA, muito obrigado pela contribuição. Deus os abençoe.

Sumário

1	Introdução	14
2	Objetivos	16
2.1	Geral	16
2.2	Específico	16
3	Revisão da Literatura	17
3.1	Considerações sobre a Piscicultura	17
3.2	Influência do parâmetro físico pH	17
3.3	Amônia	18
3.3.1	Nitrito	19
3.4	Fósforo	19
3.5	Alcalinidade	20
4	Material e Métodos	21
4.1	Área de Estudo	21
4.2	Procedimentos de Amostragem	21
4.2.1	Água	21
4.2.2	Temperatura e pH	21
4.3	Procedimentos para determinação de Fósforo total, nitrito, nitrato e amônia	21
4.3.1	Análise de Fósforo	22
4.3.2	Amônia	22
4.3.3	Nitrito	22
5	Resultados e Discussão	23
6	Conclusão	31
7	Referências	32

Resumo

O resíduo orgânico particulado produzido nos sistemas de criação de peixes aumenta a degradação e a liberação de nutrientes dissolvidos. A modificação na concentração de nutrientes dissolvidos causa uma mudança na proporção de nitrogênio (N) e fósforo (P) do ambiente, o que tem sido exposto como causa provável para o crescimento de algas com produção ou não de toxinas. Desta forma boas práticas de manejo podem reduzir este impacto no meio ambiente, mas não define uma sustentabilidade perene, assim é recomendado buscar uma preservação da biodiversidade e uso racional dos recursos naturais sem degradação dos ecossistemas aquáticos. O objetivo desse trabalho foi avaliar as variações da qualidade da água em locais de criação de tilápias em tanques-rede na barragem Saulo Maia no município de Areia, Paraíba, Brasil. Onde o experimento foi conduzido, e foram coletadas amostras de água, em um período de 4 meses. As variáveis , pH, oxigênio dissolvido e temperatura foram realizadas “*in situ*”, e em laboratório determinou-se os teores de fósforo total, alcalinidade, amônia e nitrito. O pH e o oxigênio dissolvido da água ficaram dentro da faixa ideal recomendada. Os valores encontrados em laboratório para alcalinidade, amônia e nitrito estão em conformidade com os limites estabelecidos em outros trabalhos científicos. O P-Total encontra-se acima do recomendado pela literatura, o fósforo mesmo que considerado um elemento de baixa toxicidade, o aumento das suas concentrações no meio aquático deve ser evitado, pois favorecem o enriquecimento de nutrientes das águas resultando na floração excessiva de algas e macrófitas, causando a redução na qualidade da água. De forma geral, os parâmetros analisados se mostraram dentro do recomendado para criação de tilápia segundo a literatura.

Palavras-chaves: Piscicultura, Qualidade de água, Impacto Ambiental

Abstract

The particulate organic waste produced in fish farming systems increases the degradation and release of dissolved nutrients. The change in the concentration of dissolved nutrients causes a change in the proportion of nitrogen (N) and phosphorus (P) in the environment, which has been exposed as a probable cause for the growth of algae with or without production of toxins. In this way good management practices can reduce this impact on the environment, but does not define a perennial sustainability, so it is recommended to seek a biodiversity conservation and rational use of natural resources without degradation of aquatic ecosystems. The objective of this work was to evaluate the variations of water quality in tilapia farms in tanks at the Saulo Maia dam in the city of Areia / Paraíba. Where the experiment was conducted, and water samples were collected over a period of 4 months. The analyzed variables were pH, dissolved oxygen and temperature were performed "in situ". In the laboratory, total phosphorus, alkalinity, ammonia and nitrite were determined. The pH and dissolved oxygen of the water were within the ideal range recommended. The values found in the laboratory for alkalinity, ammonia and nitride are in accordance with the limits established in other scientific papers, P-Total found above that recommended in the literature, phosphorus even considered as an element of low toxicity, increased concentrations in the medium should be avoided as they favor nutrient enrichment of the waters resulting in excessive flowering of algae and macrophytes, causing the degeneration of water quality. In general, the analyzed parameters were within the recommended for tilapia creation according to the literature.

Key-words: Fish farming, Water quality, Ambiatat impact

Lista de figuras

Figura 1: Barragem Saulo Maia	21
Figura 2: Valores de oxigênio Dissolvido.....	24
Figura 4: Valores de pH dos seis viveiros ao longo do experimento.....	25
Figura 5: Concentrações de fósforo total a cada semana	26
Figura 6: Concentração de amônia dos viveiros 7,8 e 9 por semanas	27

Lista de tabelas

Tabela 1: valores de oxigênio nos pontos ao longo do experimento.....	23
Tabela 2: Valores de alcalinidade ao longo do experimento.....	25
Tabela 3: Concentrações de amônia	27
Tabela 4: Concentrações de nitrito por mês	28

1 Introdução

O grande avanço industrial das últimas décadas foi responsável por uma grande liberação de compostos indesejáveis ao meio ambiente, provocando danos à vida animal e vegetal. O processo de eutrofização estabelece o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, tendo como consequência o crescimento de suas produtividades (ESTEVES, 1998).

O começo da piscicultura no Brasil foi por volta de 1929 no estado do Ceará e implementada comercialmente na década de 1950, com o incremento de espécies exóticas tais como tilápia, carpa e truta cultivadas em pequenas propriedades. A partir de 1970 em alguns estados do Sul do Brasil aconteceram experiências de consórcio entre algumas dessas espécies e a produção de aves e suínos por cooperativas do setor agropecuário que se beneficiaram dos canais de comercialização (DIEGUES, 2006).

A aquicultura gera impactos negativos nos ecossistemas, tendo em vista a quantidade de efluentes sem tratamento que são jogados nos mananciais. Segundo Zanibonifilho (1997), os resíduos, originários de um sistema de criação de peixes no meio ambiente, auxiliam para o processo de eutrofização dos ecossistemas naturais, sendo a qualidade e quantidade do efluente gerado muito variável. Desta forma boas práticas de manejo podem reduzir este impacto no meio ambiente, mas não define uma sustentabilidade perene, assim é recomendado buscar uma preservação da biodiversidade e uso racional dos recursos naturais sem degradação dos ecossistemas aquáticos (MACEDO; SIPAÚBA, 2010).

O resíduo orgânico particulado produzido nos sistemas de criação de peixes aumenta a degradação e a liberação de nutrientes dissolvidos. A modificação na concentração de nutrientes dissolvidos causa uma mudança na proporção de nitrogênio (N) e fósforo (P) do ambiente, o que tem sido exposto como causa provável para o crescimento de algas com produção ou não de toxinas (TROELL *et al.*, 1997; GROSS *et al.*, 1998).

O aumento nos níveis de eutrofização pode acarretar a diminuição da quantidade e da qualidade da água e a perda da capacidade de sustentabilidade do sistema, com consequente aumento do nível de toxicidade e deterioração da saúde humana (TUNDISI, 2003)

O presente trabalho objetivou avaliar as variações da qualidade da água em locais de criação de tilápias em tanques-rede e reduzir os possíveis impactos ambientais causados pela piscicultura.

2 Objetivos

2.1 Geral

Avaliar as variações da qualidade da água em locais de criação de tilápias em tanques-rede na barragem Saulo Maia no município de Areia/Paraíba.

2.2 Especifico

- Determinar a quantidade de fósforo total presente;
- Determinar a concentração de amônia;
- Determinar a concentração de nitrito;
- Verificar o Potencial Hidrogeniônico (pH);
- Verificar temperatura durante o experimento.

3 Revisão da Literatura

3.1 Considerações sobre a Piscicultura

Segundo MPA (2011) os reservatórios de usinas hidrelétricas e propriedades particulares no interior do país, possui 3,5 milhões de hectares de lâmina d'água, que podem ser explorados para a piscicultura. O Brasil é considerado a grande potência para o desenvolvimento da piscicultura, devido o clima e o território favorável (Cechim, 2012).

Devido à exaustão do setor pesqueiro extrativo nas últimas décadas, o rápido crescimento da aquicultura tem sido a única forma de acompanhar esta crescente demanda do consumo de pescado no contexto mundial. Sendo assim, a piscicultura mundial vem crescendo consideravelmente e é esperado em resposta ao crescimento populacional o aumento da demanda por produtos oriundos do pescado. No Brasil nos últimos anos a piscicultura vem sofrendo constantes transformações, consolidando-se na principal atividade do agronegócio brasileiro, vindo até a substituir em parte, o peixe proveniente da pesca extrativa (Firett et al., 2007).

O Brasil vem mostrando grande potencial aquícola, com uma produção das peixes cultivadas no Brasil de 555.489,90t no ano de 2011, sendo 253.824,1t de tilápia, 111.084,10t de tambaqui, 38.079,10t de tambacu e 38.079,10t de carpa, principais espécies cultivadas no Brasil (MPA, 2012). A piscicultura brasileira é representada em 83% pelas tilápias e pelo grupo dos peixes redondos (tambaqui, tambacu, pacu e tambatinga). Somente as tilápias contribuem com 47% da produção nacional (Sebrae, 2015).

3.2 Influência do parâmetro físico pH

A respeito do pH da água para cultivo de tilápias, a faixa é a mesma que a de outras espécies aquáticas, onde valores de 6,0 a 8,5 são considerados ótimos para o cultivo (New, 1990; Kubitza, 2003). Valores abaixo ou acima da faixa ótima podem ter efeitos tóxicos sobre os peixes ou adversos sobre a produtividade natural dos viveiros (Proença e Bittencourt, 1994).

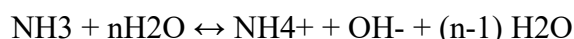
Segundo Kubitza (2000) valores de pH inferiores ou iguais a 4,0 acarretam uma baixa sobrevivência. Enquanto que no pH 3,0 a mortalidade se dá entre 1 e 3 dias, no pH 2,0 a mortalidade total ocorre em apenas 12 horas. Baixos valores de pH acarretam uma grande produção de muco e irritação nas brânquias.

De acordo com Kubitza (2003) os principais fatores determinantes do pH na água são o dióxido de carbono (CO₂) e a concentração de sais em solução. No entanto, mesmo altas concentrações de CO₂ não são capazes de abaixar o pH da água para valores menores que 4,5. Condições de pH abaixo de 4,5 são resultantes da presença e diluição na água de ácidos minerais como o ácido sulfúrico (H₂SO₄), clorídrico (HCL) e nítrico (HNO₃), que são compostos tóxicos aos peixes.

3.3 Amônia

A amônia é o principal composto de excreção nitrogenada decorrente do catabolismo proteico que ocorre em peixes (Hegazi 2010). Serafini et al. (2009) ainda comentam que as principais fontes de amônia em ambientes de cultivo são provenientes da própria excreção nitrogenadas dos peixes, da decomposição do material orgânico na água, por restos de ração no ambiente, através da introdução de fertilizantes no preparo dos viveiros de cultivo. Para Sipaúba-Tavares (1995) valores entre 0,6 e 2,0 mg/L para amônia são aceitáveis em sistemas de produção de peixes.

A amônia está presente na água sob duas formas: amônia ionizada NH₄⁺ (forma pouco tóxica) e a amônia não ionizada NH₃ (forma tóxica). Amônia total refere-se à soma das duas formas de amônia presente na água (NH₃ + NH₄⁺). Em soluções aquosas essas duas formas de amônia estão presentes, sendo representadas pela seguinte equação de equilíbrio (Emerson et al., 1975):



A forma mais tóxica da amônia é a não-ionizada (NH₃), por ser de natureza lipofílica (Roumieh et al. 2012). Segundo Ruyet et al. (1995), sua toxicidade chega a ser de 300 a 400 vezes maior do que o íon amônio (NH₄⁺). Cujo trânsito é dependente de transporte ativo.

Em criação com altas taxas de arraçoamento deve-se ser feita o monitoramento semanal de amônia e pH, para um maior controle do nível de amônia no sistema. Segundo Kubitza (2000), o pH da água nos viveiros tem tendência a subir ao longo do dia, as medições de amônia e pH devem ser feitas ao final da tarde, quando a probabilidade de ocorrer problemas com toxidez por amônia é maior.

3.3.1 Nitrito

O nitrito (NO_2^-), assim como a amônia, é considerado composto nitrogenado tóxico para os organismos aquáticos e limitantes na produção de peixes, suas fontes são a oxidação da amônia em ambientes oxidantes e a redução do nitrato (NO_3^-) em ambientes redutores, sendo a primeira fonte mais comum nos sistemas aquícolas (Silva, 2013). Em sistema de criação em água doce e dependendo da espécie, níveis de nitrito de 0,7 a 200 mg/l, pode causar alta mortalidade de peixes no cultivo. Exposição constante a níveis subletais de nitrito (0,3 a 0,5mg/l.) pode causar redução no crescimento e na resistência dos peixes às doenças (Kubitza, 1998). Em sistemas fechados com níveis altos de densidades e de estocagem, o NO_2^- pode alcançar rapidamente níveis provavelmente letais acima de 11,65 mg/L (Yanbo et al. 2006).

Segundo Silva (2013) as concentrações subletais do nitrito e amônia presente na água podem causar redução no crescimento, no consumo alimentar, comprometimento imunológico, além de mudanças histológicas degenerativas nas brânquias, fígado, rins, baço, cérebro, bem como nos tecidos tireoidianos e sanguíneo, etc.

Segundo Kubitza (1998), a toxidez por nitrito pode ser identificada pela presença de metemoglobina (composto formado pela combinação do nitrito com a hemoglobina), que confere uma coloração marrom ao sangue, o que pode ser observado examinando as brânquias dos peixes. A toxidez por nitrito pode ser aliviada com aplicação de íons cloretos (Cl^-) na água, quando presentes na água em quantidades adequadas, associam-se aos receptores de nitrito nas células das brânquias dos peixes, impedindo a absorção deste composto tóxico.

3.4 Fósforo

Os maiores reservatórios de fósforo são as rochas fosfáticas sedimentares formadas em remotas eras geológicas, e a decomposição destas por fenômenos de erosão gradativa libera fosfatos, os quais entram nos ecossistemas e são ciclados. Grande parte desse fósforo mineral é eliminada por dissolução até os oceanos. Entretanto só uma pequena parte é aproveitada por seres marinhos, e a maioria restante fica praticamente indisponível em sedimentos profundos (FILHO, 2009).

O fósforo é um elemento essencial por fazer parte do grupo dos nutrientes que intervêm em processos vitais dos seres vivos, todavia, também é tido como um poluente se lançado indevidamente e em excesso em mananciais de águas superficiais (BERWANGER *et al.*, 2008).

O fósforo é um nutriente essencial para a manutenção da vida, fazendo parte de diversas moléculas dos organismos vivos (e.g. ATP, ácidos nucleicos, fosfolipídios). Este elemento é também considerado um nutriente limitante para a produção primária das células fitoplanctônicas dos sistemas aquáticos costeiros e tem sido considerado como principal responsável pela eutrofização artificial em águas continentais (MARINS *et al.*, 2007).

O fósforo de origem antrópica é encontrado principalmente nas formas inorgânicas, devido ao uso exagerado de fertilizantes químicos nos solos como o di-hidrogenofosfato de cálcio – $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, muito solúvel em água, ou pelas emissões de efluentes urbanos, contendo polifosfatos dos produtos de limpeza e, ortofosfato e fosfatos inorgânicos condensados dos esgotamentos sanitários não tratados (MARINS *et al.*, 2007).

Ao serem levados pelos rios, os materiais fosfatados podem permanecer em meio aquoso ou serem depositados nos sedimentos sob diferentes formas, que irão descrever de forma integrada os processos antrópicos que influenciam as bacias hidrográficas e, porventura, processos naturais que caracterizam a hidrogeoquímica local (MARINS *et al.*, 2007).

3.5 Alcalinidade

Sendo um importante indicador para a qualidade da água a alcalinidade, esse parâmetro é a média da capacidade de neutralizar ácidos. Grande parte da alcalinidade vem dos bicarbonatos (HCO_3), sendo formados pela ação do dióxido de carbono (CO_2) com materiais presentes no solo. Os bicarbonatos e os carbonatos atuam como tampão do pH da água, prevenindo variações no pH.

Avaliar esse parâmetro no ambiente de cultivo contribui para a moderação de pH. Ambientes com pouca alcalinidade inicial podem alterar o processo de oxidação da amônia a nitrito pelas bactérias nitrificantes. Essas bactérias ao oxidarem a amônia reduzem os níveis de alcalinidade.

Segundo CONAMA (2002), de acordo com a Resolução nº 312, estabelece valores a partir de 5mg.L^{-1} .

4 Materiais e Métodos

4.1 Área de Estudo

As amostras foram coletada na barragem Saulo Maia localizada no município de Areia-PB, localizada nas seguintes coordenadas 6°58'17.51"S, 35°43'17.06"O,(figura-1) .



Figura 1: Barragem Saulo Maia

4.2 Procedimentos de Amostragem

4.2.1 Água

As amostras foram coletadas utilizando garrafas de polietileno com capacidade de armazenamento 500 ml previamente tratadas submergidas com HCl por no mínimo 1 hora, após esse período enxaguadas com água destilada.

4.2.2 Temperatura e pH

A temperatura e pH foram determinados utilizando o medidor de pH e EC HI98130 da marca HANNA.

4.3 Procedimentos para determinação de Fósforo total, nitrito, nitrato e amônia

As análises foram realizadas conforme os procedimentos descritos pelo manual de metodologias para nutrientes e outras variáveis físicas, químicas e biológicas. A determinação do fósforo total seguiu-se através do método: Standard Methods, 1998 (Modificado), para o Nitrito e Nitrato utilizou-se Standard Methods, 1998.

4.3.1 Análise de Fósforo

Para a obtenção de fósforo foi tornado 50 mL da amostra em um Erlenmeyer de 125mL, adicionado 1 gota de fenolftaleína. O método aborda que se caso ocorra a presença da coloração rosa, será necessário a adição de algumas gotas de ácido sulfúrico 30% até descorar, e mais 0,5 mL do mesmo ácido. Adicionou-se 7,5 ml de persulfato de potássio 5% e esperou digerir por 30 minutos. Após digerir foi verificado se a solução apresentava 50mL, caso contrário deveria ser adicionado água destilada até completar os 50 mL. Posteriormente adicionou-se 1 gota de fenolftaleína acrescentou-se o hidróxido de sódio (NaOH 6N) até a amostra se apresentar alcalina (cor rosa). Seguiu-se adicionando algumas gotas de ácido sulfúrico 30% até descorar, neutralizando o pH após diluição (incolor). Transferido 25 mL em proveta e adicionado 4mL do reativo misto, em seguida foi esperado 15 minutos para ler a amostra em espectro $\lambda = 880$ nm. A cor azul foi evidência da presença de fósforo na amostra.

4.3.2 Amônia

Para a determinação da amônia inicialmente foi pipetado 25 ml de amostra e transferir para um Erlenmeyer de 50 ml. Adicionou-se com agitação vigorosa após cada adição: 1 ml da solução de fenol, 1 ml da solução de nitroprussiato de sódio e 2,5 ml da solução oxidante. Cobriu-se as amostras com papel filme e deixou a cor desenvolver à temperatura ambiente por no mínimo 1 hora no escuro. A cor é estável por 24 horas. Determinou-se a absorbância dos padrões e amostras em 640nm contra um branco preparado com água deionizada ou destilada.

4.3.3 Nitrito

Para realizar a análise de nitrito primeiramente foi verificado a presença de sólidos suspensos, caso apresenta-se deveria ser filtrada a amostra com membrana com poros de 0,45mm. Caso necessário corrigir o pH da amostra entre 5 e 9 usando HCl 1N ou NH₄OH 3N. Seguiu-se Pipetando 50 mL de amostra ou uma alíquota adequadamente diluída a 50 mL e transferida para um Erlenmeyer de 125 mL, adicionado 2 mL do reagente de cor. Aguardado

por 10 minutos, então determinada a absorbância dos padrões e amostras em 543nm contra um branco preparado com água deionizada ou destilada.

5 Resultados e Discussão

Durante o experimento foram obtidos valores para temperatura da água nos viveiros com mínimos de 26,1 C° a um máximo de 26,7 C°. Segundo Kubitza (1998) a exigência em temperatura depende da espécie de peixe e fase de desenvolvimento em que este se encontra (ovo, larva, pós-larva ou juvenil). Os peixes de águas tropicais geralmente vivem bem com temperaturas entre 20 a 28°C.

Uma das variáveis mais importantes para a qualidade da água é o oxigênio. Os organismos precisam de valores adequados para seu cultivo. Os valores de oxigênio no experimento estão apresentados na tabela abaixo:

Tabela 1: valores de oxigênio durante o experimento

Pontos	Mês			
	Agosto (mg/L)	Setembro(mg/L)	Outubro(mg/L)	Novembro(mg/L)
P1	6.7	7.4	7	6.9
P2	6.7	7.4	7	6.9
P3	6.7	7.4	7	6.9
P4	6.7	7.4	7	6.9

Durante o experimento o oxigênio se manteve em valores ótimos para a criação de tilápia, (Figura 2)

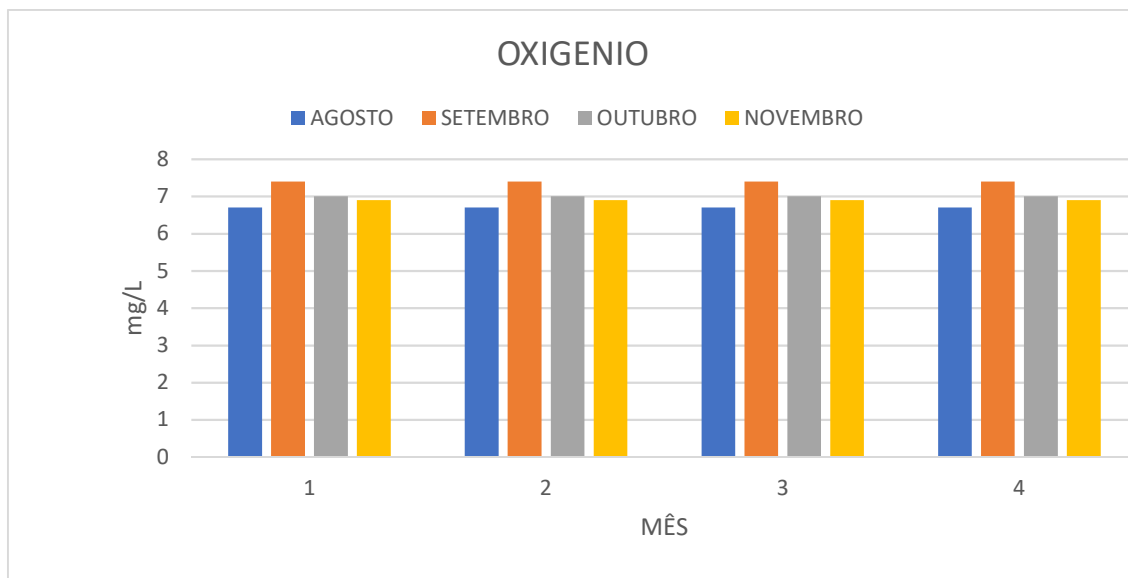


Figura 2: Valores de oxigênio

A concentração de oxigênio dissolvido da água está intimamente ligada à temperatura da água, a solubilidade do oxigênio na água diminui à medida que a temperatura aumenta, em alta temperatura a um consumo mais acelerado de oxigênio dissolvido da água. O consumo de oxigênio varia com a espécie, o tamanho, o estado nutricional e o grau de atividade dos peixes, a concentração de oxigênio e a temperatura da água, entre outros (Kubitza, 1998), devido a isso a mínima concentração que um peixe pode tolerar vai depender da temperatura da água e da espécie em questão.

As concentrações de oxigênio dissolvido na barragem Saulo Maia, teve uma variação de 6,9 a 7,4 mg/L. Esta variável é considerada umas das mais importantes para aquicultura, pois o peixe precisa para sua manutenção, locomoção, alimentação e biossíntese (Tran-duy *et al.*, 2008). Valores acima de 4 mg/L de oxigênio dissolvido apresentam boas condições para criação de tilápia do Nilo, portanto, no presente trabalho este parâmetro foi considerado ótimo, como pode-se observar nos valores citados anteriormente.

pH

Com relação do pH da água para cultivo de tilápias, a faixa é a mesma que a de outras espécies aquáticas, onde valores de 6,0 a 8,5 são considerados ótimos para o cultivo (New, 1990; Kubitza, 2003). Valores abaixo ou acima da faixa podem ter efeitos tóxicos sobre os peixes ou adversos sobre a produtividade natural dos viveiros (Proença e Bittencourt, 1994). O pH na barragem Saulo Maia durante o experimento se manteve alcalino. (figura 3).

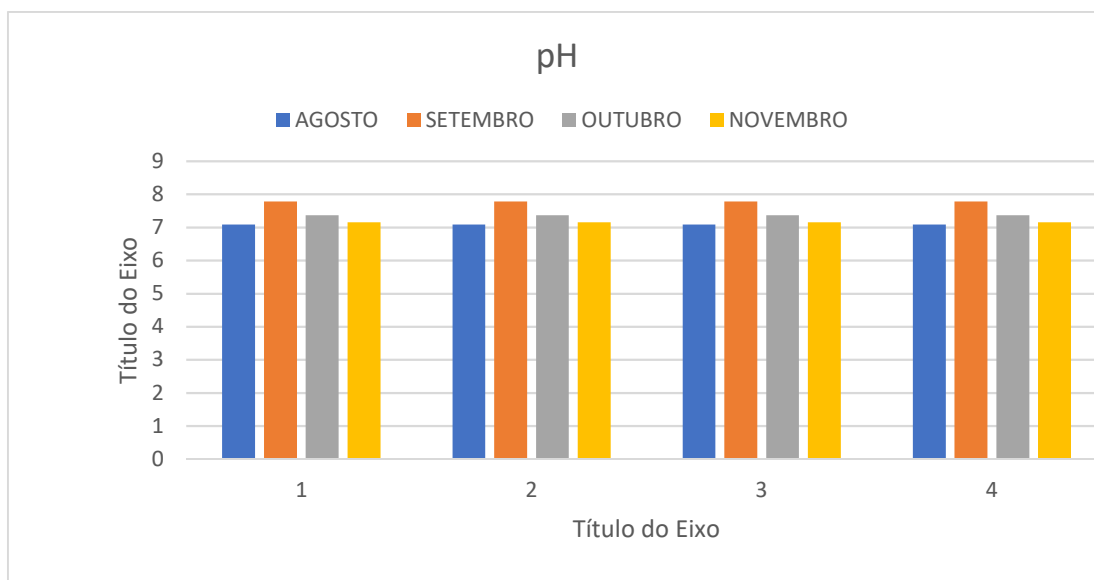


Figura 3: Valores de pH dos seis viveiros ao longo do experimento

Não houve diferenças significativas entre pH apresentando experimento feito na barragem Saulo Maia, respectivamente mantendo-se dentro da faixa ideal para o bom desenvolvimento da espécie. Estes valores encontram-se dentro daqueles recomendados (Tavares, 1995) para a produção de peixes de clima tropical.

Alcalinidade

A alcalinidade é um dos motivos que auxilia no controle do pH, os pontos que foram analisados obtiveram os valores representados na tabela abaixo:

Tabela 2: Valores de alcalinidade ao longo do experimento

Pontos	Mês			
	Agosto (mg/L)	Setembro(mg/L)	Outubro(mg/L)	Novembro(mg/L)
P1	65	70	65	65
P2	65	75	70	70
P3	65	70	65	65
P4	65	75	65	65

Não houve diferenças significativas nas análises feitas para alcalinidade, apresentando variação de 65 a 75 mg/L, como apresentados na tabela 2, mantendo-se dentro da faixa ideal para o bom desenvolvimento da espécie. A decomposição de fezes de peixe (alimento não digerido), bem como a decomposição de alimentos não consumidos liberam CO₂ livre na água

que diminui a alcalinidade (Ebeling *et. al.*, 2006). Portanto, quanto mais alimento artificial for proporcionado aos peixes, menor a alcalinidade total (Furtado *et.al.*, 2011)

Fósforo

As análises de fósforo total foram executadas durante quatro meses. Os valores obtidos ficaram entre 0,03 e 0,08 mg/L, os quatros pontos analisados apresentaram concentrações que não oscilaram muito durante os meses analisados.

Os valores de fósforo total durante todo o experimento são apresentados na figura 4

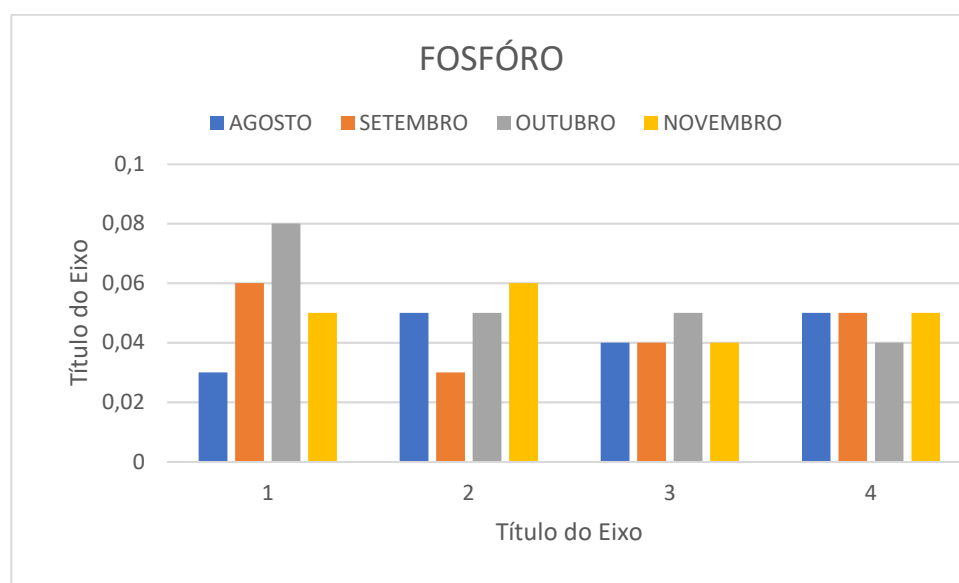


Figura 4: Concentrações de fósforo total a cada semana

As concentrações de fósforo total durante o experimento realizado demonstraram valores acima do permitido em todos os pontos analisados, que de acordo com a resolução do CONAMA, 2005, que estabelece concentrações máximas de $0,02 \text{ mgL}^{-1}$ para águas doce classe 1 destinadas a aquicultura.

O fósforo mesmo que considerado um elemento de baixa toxicidade, o aumento das concentrações no meio aquático deve ser evitado, pois favorecem o enriquecimento de nutrientes das águas resultando na floração excessiva de algas e macrófitas, causando a degeneração da qualidade da água. (Anderson et al, 2002, Smith, 1983).

Amônia

As concentrações dos valores obtidos para amônia variaram do mínimo de 0,012 mg/L ao máximo de 0,016 mg/L.(tabela-3)

Tabela 3: Concentrações de amônia nos seis viveiros

Pontos	Mês			
	Agosto (mg/L)	Setembro(mg/L)	Outubro(mg/L)	Novembro(mg/L)
P1	0,012	0,014	0,014	0,016
P2	0,015	0,012	0,013	0,015
P3	0,014	0,013	0,013	0,015
P4	0,014	0,015	0,014	0,016

Os pontos apresentam uma baixa variação na concentração de amônia ao decorrer do experimento e um leve aumento no último mês, podendo ser observado na figura 5. :

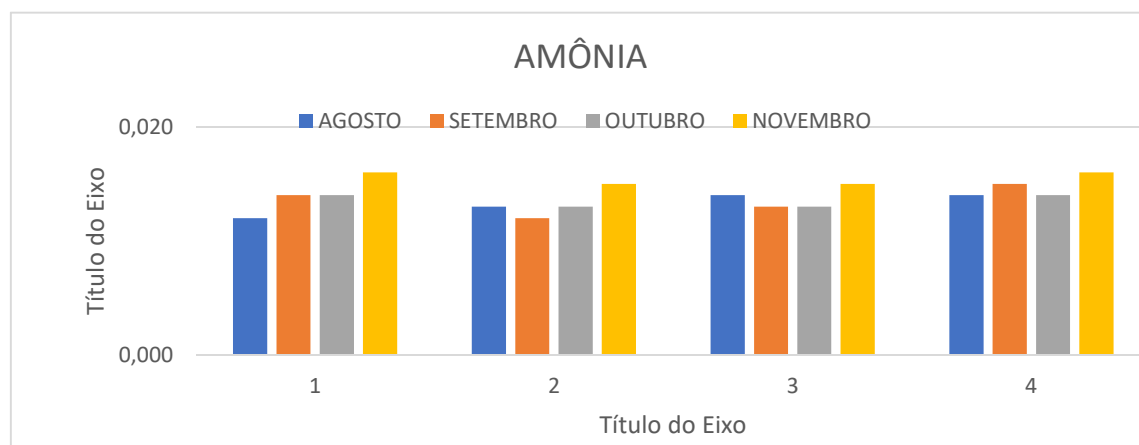


Figura 5:Concentração de amônia

Os valores pra amônia estiveram dentro dos limites seguros para o cultivo de Tilápia do Nilo. O maior nível de concentração de amônia 0,016 mg/L e a menor foi de 0,012 mg/L, tendo concentrações abaixo dos níveis considerados tóxicos para tilápia do Nilo que são de 2,00 mg/L (Sipaúba-Tavares, 1995).

De acordo com El-Sherif e El-Feky (2008), ao submeterem tilápias nilóticas com cerca de 19 g a quatro concentrações de N-NH₃ (0,01; 0,05; 0,1; e 0,15 mg/L) por 75 dias, observaram que com o aumento das concentrações de amônia, ocorreram: menor consumo alimentar, menor ganho de peso, pior conversão alimentar, além de alterações nos índices hematimétricos testados.

Maia, Galvez e Silva (2011), para valores de amônia superiores a 3 mg/L são letais, no entanto Campos et al (2008) debate que obteve em seus experimentos valores letais de 1,4 mg/L. A resolução do CONAMA 2005, demonstra valores máximos de 0,40 mg/L para água doce destinadas a aquicultura. Todos os pontos analisados tiveram boas concentrações de amônia, estando abaixo de 0,1 mg/L.

Nitrito

O nitrito é considerado composto nitrogenado tóxico para os organismos aquáticos e limitantes na produção de peixes, suas fontes são a oxidação da amônia em ambientes oxidantes e a redução do nitrato (NO_3^-) em ambientes redutores, sendo a primeira fonte mais comum nos sistemas aquícolas (Silva, 2013). Os pontos estudados apresentaram as concentrações expostas na tabela abaixo:

Tabela 4: Concentrações de nitrito por semana

Pontos	Mês			
	Agosto (mg/L)	Setembro(mg/L)	Outubro(mg/L)	Novembro(mg/L)
P1	0,009	0,009	0,009	0,014
P2	0,008	0,008	0,011	0,012
P3	0,009	0,008	0,009	0,011
P4	0,008	0,009	0,011	0,011

Em sistema de criação em água doce e dependendo da espécie, concentrações de nitrito de 0,7 a 200 mg/l, pode causar grande mortalidade de peixes no cultivo. Exposição contínua a níveis subletais de nitrito (0,3 a 0,5mg/l.) pode causar redução no crescimento e na resistência dos peixes às doenças (Kubitza, 1998).

Na figura a seguir observamos os níveis obtidos durante o experimento:

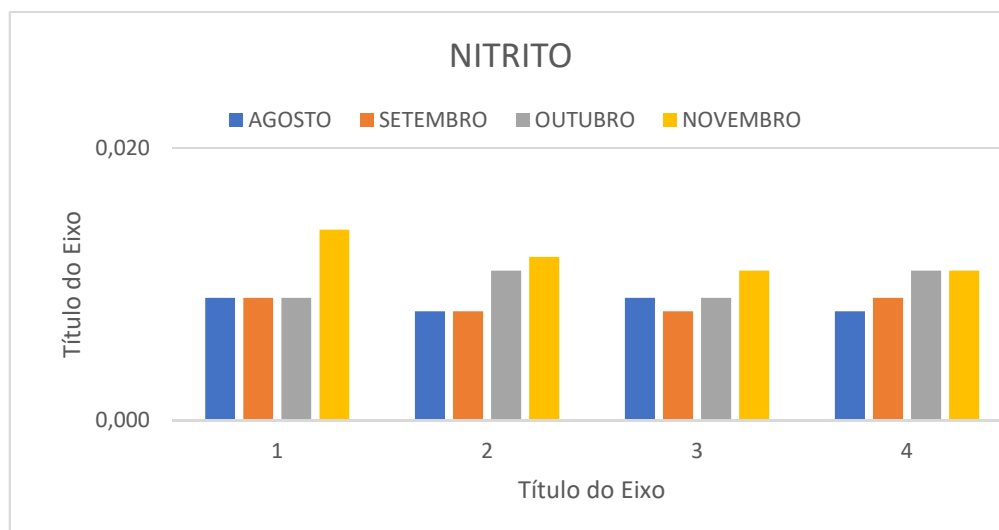


Figura 6: Concentração de nitrito por mês

Segundo Baldisserotto, (2009) a concentração letal (CL) para nitrito, para Tilápias do Nilo, é de concentrações acima de 28,1 mg/L com pH a 7,98, podem causar 50% de mortalidade após quatro horas de exposição

Segundo Kubitza (1998), a toxidez por nitrito pode ser identificada pela presença de metemoglobina (composto formado pela combinação do nitrito com a hemoglobina), que confere uma coloração marrom ao sangue, o que pode ser observado examinando as brânquias dos peixes. A toxidez por nitrito pode ser aliviada com aplicação de íons cloretos (Cl-) na água, quando presentes na água em quantidades adequadas, associam-se aos receptores de nitrito nas células das brânquias dos peixes, impedindo a absorção deste composto tóxico.

CONAMA (2005) determina níveis máximos de 0,07 mg/L para águas doce de classe 2 destinadas a aquicultura. Os pontos analisados tiveram concentrações abaixo do recomendado pela resolução do CONAMA.

Análise de Variância ou ANOVA é uma técnica usado para relaciona a distribuição de três ou mais grupos em amostras independentes.

A análise de variância é também uma forma de resumir um modelo de regressão linear através da decomposição da soma dos quadrados para cada fonte de variação no modelo e, utilizando o teste F, testar a hipótese de que qualquer fonte de variação no modelo é igual a zero.

Tabela 04– Teste de Tukey para as médias que diferiram estatisticamente no teste ANOVA ao nível de significância de 5%.

Variáveis	Estatísticas	
	Probabilidade (F <0,05)	CV (%)
Temperatura (°C)	0.64 ^{ns}	0.67
Oxig. dissolvido (mg/L)	0.5043 ^{ns}	2.67
Ph	0.8157 ^{ns}	3.07
Fósforo (mg/L)	0.9314 ^{ns}	95.48
Alcalinidade (mg/L)	0.6086 ^{ns}	3.98
Amônia (mg/L)	0.0662 ^{ns}	3.94
Nitrito (mg/L)	0.8576 ^{ns}	14.65

ns = Não significativo; *Valor de F significativo ao nível de 5%

O Teste de Tukey é um dos testes de comparação de média mais utilizados, por ser bastante rigoroso e fácil aplicação não permite comparar grupos de tratamentos entre si. Também, em um teste de comparações de médias, deve-se determinar um nível de significância para o teste. Normalmente, utiliza-se o nível de 5% ou 1 % de significância.

Como o teste de Tukey é, de certa forma, independente do teste F, é possível que, mesmo sendo significativo o valor de F calculado, não se encontrem diferenças significativas entre contrastes de médias.

Tabela 05– Teste de Tukey para as médias que diferiram estatisticamente no teste ANOVA ao nível de significância de 5%.

Variáveis	Ponto1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Temperatura (°C)	26.1d	26.7a	26.4b	26.2c
Oxig. dissolvido (mg/L)	6.7d	7.4a	7.0b	6.9 c
pH	7.09d	7.7a	7.37b	7.15c
Fósforo (mg/L)	0.05 a	0.01b	0.06 ^a	0.01 b
Alcalinidade (mg/L)	68.4b	75.99a	69.7b	70.9ab
Amônia (mg/L)	0.015 a	0.015a	0.015 ^a	0.015a
Nitrito (mg/L)	0.00996b	0.00996 b	0.0114ab	0.0134 a

*Médias seguidas de letras na mesma linha diferem ao nível de 5% de significância.

6 Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram concluir que os parâmetros analisados para pH, oxigênio dissolvido, alcalinidade, amônia e nitrito estão em conformidade com a literatura.

As concentrações de fósforo total durante o experimento realizado demonstraram valores acima do permitido em todos os pontos analisados, o aumento da concentração dessa variável pode apresentar danos ao cultivo bem como degradar a qualidade da água.

Contudo, uma vez estabelecida esta atividade, um sistema de monitoramento deve ser implementado para a garantia de padrões de qualidade de água para a piscicultura e os demais usos da água do reservatório.

7 Referências

- ANDERSON, D. M., GLIMBERT, P. M., BURKHOLDER, J. M. 2002. HARMFUL algal blooms and eutrophication nutrient sources, composition, and consequence. *Estuaries* 25:704-726.
- APHA-AWWA-WPCF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20th ed, **American Public Health/ American Water Works Association/ Water Pollution Control Federation**, Washington DC, USA, 1998.
- BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura/Bernado Baldisserotto. – 2.ed. – **Santa Maria**: Ed. Da UFSM, 352p, 2009
- BERWANGER, A.L., CERETTA, C.A., SANTOS, D.R. Alterações no teor de P no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **R. Bras. Ci. Solo**, 32: 2525-2532, 2008.
- CAMPOS, A. A. D. B. et al. Qualidade da água em fazenda de camarão marinho *litopenaeus vannamei* com sistema de recirculação parcial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, N. 4, P. 819 – 829, out/dez 2008.
- CECHIM, Flávio Endrigo. **Características morfológicas do epitélio intestinal e desempenho de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* suplementada com mananoligossacarídeo (mos)**. 2012. 55f. Dissertação (Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos, 2012
- CONAMA. **Resolução nº 357 de 18 de março de 2005**. Estabelece classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Diário Oficial, Brasília, 18 de março de 2005.
- DIEGUES, A.C. Para uma aquicultura sustentável do Brasil. **Banco Mundial/ FAO**, artigo n.3. São Paulo. 2006.
- EMERSON, K.; R.C. Russo; R.E. Lund, and R.V. Thurston. 1975. Aqueous ammonia equilibrium calculations: effect of pH and temperature. **Journal of Fisheries Research Board of Canada** 32: 2379-2383.
- Ebeling, J.M., Timmons, M.B., Bisogni, J.J., 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture in aquaculture production systems. **Aquaculture** 257, 346-358.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos da limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: *Interciência*. 602, 1998.
- EL-SHERIF, M.S.; EL-FEKY, A.M. Effect of ammonia on Nile tilapia (*O. niloticus*) performance and some hematological and histological measures. In: **8º International symposium on tilapia in aquaculture**, p.513-529, 2008.
- FILHO, N. E. M. **Caracterização química da matéria orgânica nos sedimentos do solo do manguezal e dinâmica de nutrientes nas águas superficiais e intersticiais no médio estuário do rio Paciência em Iguaiá** – Paço do Lumiar (MA). 2009. 138 f. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2009.
- FIRETTI, R.; GARCIA, S.M.; SALES, D.S. **Planejamento estratégico e verificação de riscos na piscicultura**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/planejamento/index.htm>. Acesso em: 20/01/2016.
- GROSS, A., BOYD, C. E., LOWELL, R. T. & EYA, J. C. **Phosphorus budget of channel catfish ponds receiving diets with different phosphorus concentrations**. *Journal World Aquaculture Society*, 29, 1998. 1: 31-39.
- HEGAZI, M.M.; ATTAI, Z.I.; HEGAZI, M.A.M. et al. Metabolic consequences of chronic sublethal ammonia exposure at cellular and subcellular levels in Nile tilapia brain. **Aquaculture**, v.299, p.149-156, 2010

KUBITZA, F. Qualidade da Água na Produção de Peixes - Parte III (Final). **Panorama da Aqüicultura**, v. 8, n. 47, 1998.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. Jundiaí - São Paulo: Fernando Kubitza. P. 97. 2000.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarão**. 1. ed. Jundiaí, SP: ESALQ, p.229, 2003.

MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.36, n.2, p.149-163, 2010.

MARINS, R.V; FILHO, F.J.P; ROCHA, C.A.S. GEOQUÍMICA DE FÓSFORO COMO INDICADORA DA QUALIDADE AMBIENTAL E DOS PROCESSOS ESTUARINOS DO RIO JAGUARIBE - COSTA NORDESTE ORIENTAL BRASILEIRA. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 5, 1208-1214, 2007

MPA Ministério da Pesca e Aquicultura Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/#aquicultura/informacoes/producao>>; acesso em: 15/09/2018.

Maia, E. P.; Gálvez, A. O.; Silva, L. O. B. Brazilian shrimp farms for *Litopenaeus vannamei* with partial and total recirculation systems. **International Journal of Aquatic Science**, v.2, p.16-26, 2011.

NEW, M. B. Freshwater prawn culture: a review. **Aquaculture, Amsterdam**, v. 88, p. 99-143, 1990.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.

ROUMIEH, R.; BARAKAT, A.; ABDELMEGUID, N.E. et al. Acute and chronic effects of aqueous ammonia on marbled spinefoot rabbitfish, *Siganus rivulatus* (Forsskal 1775). **Aquac. Res.**, v.44, p.1777-1790, 2012.

RUYET, J.P.; CHARTOIS, H; QUEMENER, L. Comparative acute ammonia toxicity in marine fish and plasma ammonia response. **Aquaculture**, v.136, p.181-194. 1995.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. 2015. **Aquicultura e pesca: tilápias. Estudos de Mercado SEBRAE/ESPM**, 2015. Disponível em:. Acesso 28/09/2018

SERAFINI, R.L.; ZANIBONI-FILHO, E.; BALDISSEROTTO, B. Effect of Combined Non-ionized Ammonia and Dissolved Oxygen Levels on the Survival of Juvenile Dourado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier). **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 40, n.5, p. 695–701, 2009.

SILVA, M. J. S. **Efeito agudo da amônia e do nitrito em tilápias *Oreochromis niloticus* mantidas em baixa salinidade**. 2013. 48f. Dissertação (Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2013.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H., (1995) Limnologia aplicada à aqüicultura. **Boletim Técnico Centro de Aqüicultura**. Unesp. Jaboticabal 1, 72pp.

SMITH, V.H.1983 LOW NITROGEN to phosphorus ratios for dominance by blue-green algae in lake phytoplankton. **Science**, 221: 669-671

TAVARES, Lúcia H. S. Limnologia aplicada à aqüicultura. Jaboticabal: Funep, 1995.

TUNDISI, J.G. **A crise da água: eutrofização e suas consequências**. In. TUNDISI, J.G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. Rima, IIE, São Carlos. 2003. 247p

TRAN-DUY, A.; SCHRAMA, J. W.; DAN, A. A. V.; VERRETH, J. A. J. Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 275, n. 1-4, p. 152-162, 2008

TROELL, M., HALLING, C., NILSSON, A., BUSCHMANN, A. H., KAUTSKY, N. & KAUTSKY, L. Integrated marine cultivation of *Gracilaria chilensis* (Gracilariales,

Rhodophyta) and salmon cages for reduced environmental impact and increased economic output. **Aquaculture**, 1997. 156: 45-61.

ZANIBONI-FILHO, E. O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade de água. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, 57(1): 3-9. 1997.

YANBO, W.; WENJU, Z.; WEIFEN, L. et al. Acute toxicity of nitrite on tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different external chloride concentrations. **Fish Physiol. Biochem.**, v.32, p.49-54, 2006.